

**MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO**DIREZIONE GENERALE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

EP 00 / 2364

09/807589

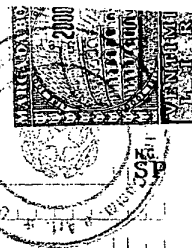
REC'D 15 MAY 2000

WIPO PCT

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per INV. IND.N. MI99 A 000607**PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali  
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati  
risultano dall'accluso processo verbale di deposito*

Roma, li 10 MAR. 2000IL DIRETTORE DELLA DIVISIONE  
Ing. DI CARLO



## A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione **LPE S.p.A.**  
 Residenza **BOLLATE (MILANO)** codice \_\_\_\_\_  
 2) Denominazione \_\_\_\_\_  
 Residenza \_\_\_\_\_ codice \_\_\_\_\_

## B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome e nome **Michelotti Giuliano ed altri** cod. fiscale \_\_\_\_\_  
 denominazione studio di appartenenza **DRAGOTTI & ASSOCIATI SRL**  
 via **Galleria San Babila** n. **4C** città **Milano** cap **20122** (prov) **MI**

## C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_ città \_\_\_\_\_ cap \_\_\_\_\_ (prov) \_\_\_\_\_

## D. TITOLO

classe proposta (sez/cl/scf) \_\_\_\_\_

gruppo/sottogruppo \_\_\_\_\_

**PERFEZIONATA CAMERA DI REAZIONE PER REATTORE EPITASSIALE.**ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA \_\_\_\_\_

N° PROTOCOLLO \_\_\_\_\_

## E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

cognome nome

1) **Preti Franco** 3) **Tarenzi Giuseppe**  
 2) **Ogliari Vincenzo** 4) \_\_\_\_\_

## F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato  
S/R

1) \_\_\_\_\_  
 2) \_\_\_\_\_

## SCIOGLIMENTO RISERVE

Data

N° Protocollo

## G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA CULTURE DI MICRORGANISMI, denominazione

## H. ANNOTAZIONI SPECIALI



## DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc.	N. es.	PROV.	n. pag.	n. tav.	RIS.	Contenuto
1)	2	PROV.	19			riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare)
2)	2	PROV.		04		disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare)
3)	1	RIS.				lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale
4)	0	RIS.				designazione inventore
5)	0	RIS.				documenti di priorità con traduzione in italiano
6)	0	RIS.				autorizzazione o atto di cessione
7)	0					nominativo completo del richiedente

8) attestati di versamento, totale lire

//CINQUECENTOSESSANTACINQUEMILA//

obbligatorio

COMPILATO IL **25 03 1999**

FIRMA DEL (I) RICHIEDENTE (I)

**G.P. LPE S.p.A.**  
*Giuliano Michelotti*

CONTINUA S/NO

NO

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA S/NO ☒

UFFICIO PROVINCIALE IND. COMM. ART. DI

MILANO

codice

15

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA

MI99A 000607

Reg. A

L'anno millenovecento

NOVANTANOVE

Il giorno

VENTICINQUE

del mese di

MARZO

il (i) richiedente (i) sopraindicato (i) ha (hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredate di n. **00** fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraportato.

## I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIO ROGANTE

IL DEPOSITANTE

*Michelotti*

timbro  
dell'ufficio

L'UFFICIALE ROGANTE

*Costonesi Maurizio*

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE, DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA

M/99A000607

REG. A

DATA DI DEPOS.

25/03/1999

NUMERO BREVETTO

DATA DI RILASCO

/ / /

## D. TITOLO

PERFEZIONATA CAMERA DI REAZIONE PER REATTORE EPITASSIALE.

## L. RIASSUNTO

Camera di reazione (10) per reattore epitassiale comprendente una campana (14) di materiale isolante, trasparente e chimicamente resistente, un suscettore (24), munito di cave discoidali (34a-n) per ospitare fette (36a-n) di materiale da trattare, sormontato da un piatto isolante e chimicamente resistente (40), un diffusore (54) costituito da una pluralità di tubi di uscita (106a-f) sostenuti da un cappello (52) fissato ad un'apertura superiore (50) della campana (14).

## M. DISEGNO

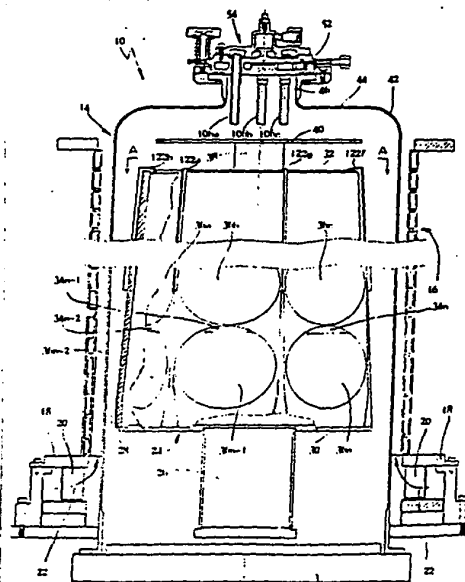
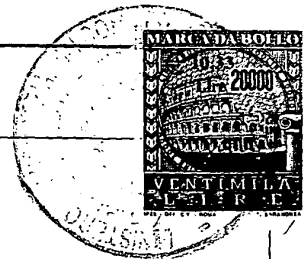


FIG. 1



MI 99 A 000 607

25 MAR 1999

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale a nome LPE S. p. A. a Bollate  
(MI).

La presente invenzione riguarda un perfezionamento ad una camera di reazione di un reattore epitassiale che provvede al deposito, per reazione di vapori chimici, su substrati di materiale cristallizzato. In particolare, la presente invenzione riguarda una perfezionata camera di reazione di reattore epitassiale provvedente al deposito di materiali semiconduttori su substrati monocristallini dei medesimi materiali, più in particolare, riguarda la crescita epitassiale per deposito di silicio semiconduttore su substrati del medesimo.

La tecnica di accrescimento epitassiale di monocristalli su substrati del medesimo materiale è nota da decenni ed è in largo uso per la preparazione di dispositivi elettronici a semiconduttori e, in particolar modo, per la preparazione di substrati o "fette" di silicio da usare per fabbricare "chip" di circuiti integrati.

Per questo accrescimento epitassiale di silicio si fa largo uso della deposizione da vapori chimici (CVD) ottenuta per pirolisi di composti gassosi del silicio, chiamati gas sorgenti di silicio, come silano ( $\text{SiH}_4$ ), monoclorsilano ( $\text{SiH}_3\text{Cl}$ ), diclorosilano ( $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ ), triclorosilano ( $\text{SiHCl}_3$ ), tetracloruro di silicio ( $\text{SiCl}_4$ ) in atmosfera di idrogeno. Per realizzare questa pirolisi si impiegano reattori epitassiali formati essenzialmente da una campana di materiale isolante e trasparente racchiudente un sostegno e un riscaldatore per fette di silicio consistente di un suscettore in grafite rivestito di carburo di silicio, munito di cave sostanzialmente discoidali ospitanti le fette di silicio, che viene riscaldato per induzione di correnti nel

medesimo da parte di una bobina abbracciante esternamente la campana di quarzo. I suscettori possono avere svariate forme, come discoidale o a tronco di piramide e, in questo caso, si farà riferimento ai suscettori a forma di tronco di piramide.

5        Reattori muniti di suscettore a tronco di piramide in campana di quarzo sono noti da lungo tempo, come, per esempio, dal brevetto italiano No. 1.215.444 e dal suo corrispondente brevetto europeo No. 293.021.

10        In questi tipi di reattori era noto che la velocità di deposizione di silicio su un substrato, pure di silicio, dipendeva abbastanza direttamente, a parità di altre condizioni, dalla velocità di scorrimento dei sopradetti gas sorgenti di silicio sulle superfici dei substrati mantenuti a temperature alle quali avviene la pirolisi dei detti gas per formare depositi di silicio. Come era stato osservato nel brevetto italiano No. 1.231.547 e nella corrispondente domanda pubblicata di brevetto europeo No. 0.415.191 a  
15        nome del titolare della presente domanda, un suscettore troncopiramidale racchiuso in una campana a forma di cilindro sormontato da una cupola emisferica, sperimentava velocità di scorrimento di gas sorgenti di silicio minime al centro delle facce del suscettore, dove era massima la distanza tra le facce e la confinante parete cilindrica di campana, e massime vicino agli  
20        spigoli separanti facce adiacenti del suscettore, dove era minima la distanza tra dette facce e detta parete di campana. Per ovviare alle corrispondenti variazioni di velocità di deposito e alle conseguenti variazioni di spessori di depositi si era pensato nel sopradetto brevetto italiano No. 1.231.547 di munire gli spigoli del suscettore di formazioni sporgenti verso la parete di  
25        campana che rendessero nulla, o quasi, la velocità di scorrimento di detti

7. BREVETTO  
*[Handwritten signature]*

gas presso queste formazioni sporgenti e pressoché uniforme la velocità

attraverso ogni faccia del suscettore compresa tra dette formazioni sporgenti e la parete di campana. Le formazioni sporgenti fatte per questo scopo sono illustrate nelle figure da 8 a 19 del sopra citato brevetto che mostrano

5 formazioni sporgenti sia inserite negli spigoli del suscettore, come mostrato nelle figure da 8 a 9B, sia ricavate dal medesimo materiale del suscettore,

come mostrato nelle figure da 11 a 19. Questo sistema funzionava in modo

abbastanza soddisfacente, tuttavia si era riscontrato una certa irregolarità ed imprevedibilità di funzionamento quando si era costretti per ragioni di

10 pulizia, o per ovviare a gravi guasti, a sostituire una campana con una

nuova anche se, apparentemente, sembrava quasi identica a quella

sostituita. Anzi, siccome la tendenza attuale è di fabbricare fette di silicio

sempre più grandi, di diametro compreso tra circa 100 mm (4") e 200 mm

(8"), ci si era accorti che queste irregolarità alla sostituzione di campana si

15 accentuavano man mano che si fabbricavano fette di silicio sempre più grandi.

A questo proposito, già si sa che crescendo il diametro delle fette le esigenze qualitative delle fette epitassiali diventano sempre più severe,

quindi un reattore che tratta contemporaneamente un gran numero di fette

20 (reattore di tipo "batch" o ad infornate) dovrà fornire un accettabile

compromesso tra la quantità e la qualità delle fette prodotte (basso costo).

Un parametro qualitativo di particolare importanza è l'uniformità di spessore dello strato epitassiale depositato. A questo proposito, in un

reattore epitassiale, in particolare di tipo "batch", l'uniformità di spessore è

25 influenzata da alcuni fattori:

- differenza di spessore tra differenti punti su ogni singola fetta;
- differenza tra fette all'interno della medesima informata (da fetta a fetta);
- differenza tra diverse informate.

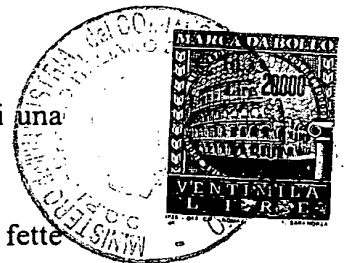
Come si è visto dalla sopra citata documentazione di tecnica anteriore, la camera di reazione di un tipico reattore epitassiale a suscettore troncopiramidale, noto come reattore epitassiale "barrel", è sostanzialmente costituita dalle seguenti parti:

- una campana di forma cilindrica munita superiormente di una flangia collegata ad una cupola di chiusura della campana da un collo cilindrico ristretto;
- un diffusore dei gas, da impiegare nelle reazioni per le deposizioni da vapori chimici, consistente di un tubo di ingresso collegato a due piatti paralleli aventi la funzione di distribuire il flusso di gas in uscita in modo uniforme;
- un piatto di quarzo da appoggiarsi sul coperchio del suscettore; e
- un suscettore munito di suoi supporti.

L'insieme dei sopra elencati componenti costituisce il cuore di una camera di reazione.

Si sa che i suscettori dei reattori possono caricare numeri di fette legati al diametro delle medesime, per esempio secondo il seguente schema:

<u>Per fette da</u>	<u>No. di fette</u>	<u>Disposizione di fette</u>
100 mm (4")	30	Tre gironi divisi in dieci colonne
125 mm (5")	24	Tre gironi divisi in otto colonne
150 mm (6")	14	Due gironi divisi in sette colonne
200 mm (8")	5	Un girone diviso in cinque colonne.



In generale maggiore è il numero dei gironi e minore è il numero delle colonne, più è difficile trovare un accettabile compromesso nell'uniformità di spessore degli strati epitassiali. L'uniformità di spessore tende molto a variare tra i gironi, cioè in senso verticale, a causa della forma troncopiramidale del suscettore immerso nella campana sostanzialmente cilindrica.

La camera di reazione, realizzata secondo gli insegnamenti della sopra citata tecnica anteriore, produce risultati soddisfacenti quando tutti i suoi componenti sono eseguiti a regola d'arte secondo i disegni. Se tuttavia un componente non è eseguito a regola d'arte, possono capitare dei gravi inconvenienti. In generale, né il suscettore né il piatto di quarzo causano difficoltà, a meno che non siano stati sbagliati grossolanamente. Al contrario, la campana ed il distributore sono molto critici e la loro criticità si è sempre più accentuata nella produzione di fette di diametro sempre maggiore. Ciò ha imposto tolleranze sempre più strette che, ad un certo punto, non sono state più realizzabili, per cui è successo che sostituendo una campana o un diffusore, sia pure realizzati secondo il medesimo disegno, variavano sensibilmente, in meglio o in peggio, le prestazioni di uniformità di spessore di strato depositato.

Da studi e prove eseguiti in merito, è emerso che:

- a) il diffusore è molto critico perché la velocità del gas al tubo di ingresso è molto alta (attorno a 130 m/sec) mentre si abbassa fortemente all'uscita (circa 3 m/sec); quindi, minime irregolarità di sagoma o minime differenze da pezzo a pezzo portano ad importanti scostamenti di prestazioni;



b) la forma della cosiddetta "spalla" della campana, cioè della zona a

cupola che collega la parete laterale cilindrica della campana al collo  
finente con la flangia superiore, alla quale è fissato a tenuta un piatto  
portante collegato al diffusore, è critica, perché il piatto di quarzo  
5 appoggiato al suscettore si trova vicino alla parete curva della medesima  
spalla per cui si formano nel moto del gas delle celle convettive di forme  
differenti a seconda del raggio di curvatura di detta spalla (minime  
variazioni di questo raggio provocano forti variazioni in queste celle  
convettive) ed a seconda delle irregolarità della superficie interna  
10 ottenibile con le tecniche manuali di lavorazione del vetro. Una campana  
munita di cupola mal realizzata porta di solito ad un cattivo profilo di  
uniformità verticale, cioè con sensibili differenze da girone a girone;

c) il medesimo diametro interno della campana è critico, se la campana è  
troppo stretta diventa di solito cattiva l'uniformità su ogni singola fetta.

15 I sopradetti inconvenienti sono rimediati dalla presente invenzione  
secondo la quale:

- si sostituisce un diffusore a dischi paralleli alimentati da un tubo  
centrale di tecnica anteriore, sostenuto da un cappello fissato alla  
flangia superiore, con un nuovo diffusore formato da un cappello,  
20 alimentato da un duomo centrale, collegato ad una camera anulare  
simmetrica di distribuzione portante una pluralità di tubi, di uguale  
lunghezza; che collegano la detta camera anulare del cappello con  
una zona di cupola della campana appena al di sotto del collo  
collegante la flangia superiore alla cupola, dove i tubi di detta  
25 pluralità realizzano una distribuzione uniforme di flusso a velocità

più bassa;

- si prolunga la zona cilindrica della campana al disopra del piatto di quarzo appoggiato sopra al suscettore in modo da togliere ogni dipendenza tra piatto e raggio di curvatura della spalla;

5 - si fissa un diametro interno minimo della campana in modo da tenere la campana ad una distanza dal suscettore che consenta di ottenere uniformità di strato di accrescimento nel girone inferiore del suscettore; e

10 - si dispongono sugli spigoli del suscettore, nella sua zona superiore, dei setti sporgenti inseriti in cave praticate nel corpo del medesimo suscettore, detti setti essendo di lunghezza pari a circa metà degli spigoli del suscettore.

Le caratteristiche della presente invenzione saranno definite nelle rivendicazioni formanti la parte conclusiva della presente descrizione.

15 Tuttavia, altra caratteristiche e pregi della medesima risulteranno particolarmente evidenti dalla seguente descrizione dettagliata di un suo esempio di realizzazione, data a scopo descrittivo, ma non limitativo, e corredata dagli allegati disegni, nei quali:

20 - la figura 1 illustra una vista in sezione di una camera di reazione di un reattore epitassiale secondo l'invenzione ospitante un suscettore del tipo a due gironi di sette colonne ciascuno, cioè per fette da 150 mm (6");

- la figura 2 è una vista sezionata dall'alto della medesima camera di reazione presa lungo la linea A-A mostrata in figura 1;

25 - la figura 3 è una vista parziale ed ingrandita del complesso di cappello e distributore per la camera di reazione secondo l'invenzione; e

- la figura 4 è una vista prospettica esplosa del medesimo complesso di cappello e distributore illustrante tutti i suoi componenti.

Considerando le figure, si vede che una camera di reazione 10 di un reattore epitassiale è formata da un basamento 12 sul quale si appoggia una campana 14 di materiale isolante e trasparente, come quarzo, inerte ai reagenti chimici di cui si prevede la presenza nella campana 14, circondata da una bobina di induzione 16 di tipo riflettente, come quella illustrata nel sopra citato brevetto italiano No. 1.215.444 e nel suo corrispondente brevetto europeo No. 293.021. Ovviamente, la bobina 16 si appoggia su un sostegno 18 contenente delle pale 20 di distribuzione di correnti d'aria 22 che passano in un'intercapedine tra campana 14 e bobina 16, provvedendo al suo raffreddamento.

All'interno della campana 14 è posizionato un suscettore 24, nella forma di un tronco di piramide, appoggiato su un albero 26 di sostegno e rotazione, formato essenzialmente da un guscio laterale 28 di materiale elettricamente conduttore, come grafite, rivestito da uno straterello di materiale chimicamente inerte, come carburo di silicio (SiC), chiuso inferiormente da una prima piastra piana 30 e superiormente da una seconda piastra piana 32. Le dette piastre piane 30 e 32 possono essere di materiali sia isolanti ed inerti, come quarzo o ceramica, sia conduttori, come grafite purché rivestita di materiale inerte, come carburo di silicio. La grafite è particolarmente preferita perché è molto facile da lavorare (durezza 2 della scala di Moss) e può essere facilmente rivestita di carburo di silicio mediante metodi da lungo tempo noti agli esperti in questo ambito tecnico.

Il guscio laterale 28 del suscettore 24 è munito di cave discoidali 34a-n in



grado di ospitare delle fette 36a-n di silicio semiconduttore da trattarsi secondo i procedimenti richiesti per la preparazione di "chip" semiconduttori per circuiti integrati.

5       Sopra il suscettore 24 sporge una colonna 38 sostenente un piatto 40 entrambi di materiale inerte, come quarzo o ceramica, dove il piatto 40 serve all'evidente scopo di impedire un urto diretto di gas sorgenti di silicio con il suscettore 24.

10       Secondo la presente invenzione, la campana 14 termina, invece che con la consueta cupola emisferica della tecnica anteriore, con una spalla 42 rialzata rispetto al suscettore 24 ed al piatto 40 in modo che lo spazio tra la campana 14 ed il piatto 40 rimanga sostanzialmente non ristretto, togliendo ogni interferenza tra il piatto 40 e la spalla 42.

15       Dopo la spalla 42 la parete della campana prosegue con una zona piana 44 raccordata ad un collo centrale rialzato 46 terminante con una flangia di ispessimento 48 che definisce un'apertura 50 prevista per accogliere un cappello 52 di un diffusore 54 secondo l'invenzione, meglio illustrato nelle figure 3 e 4.

20       Il diffusore 54 consiste di un cappello cavo 52 collegato ad una flangia anulare 56 mediante tiranti a molla 58a-c, almeno in numero di tre, che consistono di manopole 60a-c, gambi filettati 62a-c, manicotti cavi intestati e filettati in fondo 64a-c, rondelle premimolla 66a-c, molle di pressione 68a-c, fori filettati 70a-c per alloggiare le zone filettate dei manicotti 64a-c e viti di fermo 72a-c per fissare i detti manicotti 64a-c una volta completamente avvitati nei fori 70a-c. Infine, gli estremi filettati dei  
25       gambi 62a-c si impegnano in fori filettati della flangia anulare 56. La

medesima flangia 56 è munita di fori passanti 76a-f accoglienti dei bulloni 78a-f che vanno ad impegnarsi in fori filettati 80a-f di due mezze controflange 82a e 82b che con la flangia 56 serrano la flangia di ispessimento 48 attaccata al collo 46 della campana 14. Tra le controflange 82a e 82b e la flangia di ispessimento 48 è inserita una guarnizione equalizzatrice 84 tenuta serrata dall'azione dei bulloni 78a-f nei fori filettati 80a-f.

Il cappello 52 è chiuso superiormente da una flangia 86 terminata da un duomo superiore chiuso 88 sormontato da un manicotto 90 filettato internamente impegnato da un gambo filettato 92 che termina con una manopola di sollevamento 94. Il medesimo duomo 88 è in comunicazione con un manicotto 96 di collegamento con una sorgente esterna di gas da impiegare nella camera di reazione 10. Il duomo 88 presenta una camera interna 98 dal fondo 100 definente una fenditura anulare che, assieme ad un'ulteriore fenditura anulare 102, fornisce un'alimentazione angolarmente uniforme ad una camera anulare 104, definita tra la flangia 86 e la faccia superiore del cappello 52, dove la camera anulare 104 comunica con tubi di uscita 106a-f (in questo caso in numero di sei) sfocianti all'interno della campana 14 al disopra del piatto 40. Una guarnizione O-ring 108 assicura tenuta tra la flangia 86 ed il cappello 52 quando la flangia 86 è serrata contro il cappello 52 da un assieme di bulloni 110a-f mostrati nelle figure 3 e 4. I tubi di uscita 106a-f, che sono di materiale chimicamente inerte, come quarzo o ceramica, sono collegati al fondo del cappello 52 mediante dei manicotti filettati 112a-f che si avvitano in corrispondenti fori filettati attraversanti il fondo del medesimo cappello 52. Il cappello 52 è munito di

una camera interna 114 per scorrimento di fluido di raffreddamento, come acqua, che entra ed esce da manicotti di raccordo 116 e 118 rispettivamente.

Un manicotto 120 di collegamento ad uno spazio definito tra due guarnizioni impegnate tra il fondo del cappello 52 e la flangia di

5 ispessimento 48 fornisce un criterio per apprezzare l'efficacia di tenuta di quelle guarnizioni.

Tornando ancora alle figure 1 e 2, si vede che nel guscio 28 e nella piastra piana superiore 30 del suscettore 24, in corrispondenza degli spigoli laterali, sono inseriti dei setti divisorii 122a-g di materiale chimicamente  
10 inerte, come vetro, quarzo, ceramica o grafite ricoperta di carburo di silicio. La grafite è preferita, perché consente una lavorazione facile e precisa e può essere facilmente rivestita di carburo di silicio, in modo che, una volta raggiunte le desiderate dimensioni, i setti 122a-g rimangono praticamente inalterabili.

15 I gas sorgenti di silicio escono dai tubi di uscita 106a-f del distributore 54, diffondono sopra il piatto inerte 40 e quindi scorrono tra la parete laterale della campana 14 ed il guscio 28 del suscettore 24 dove avvengono le reazioni di pirolisi che portano alla deposizione epitassiale di silicio sulle fette 36a-n.

20 I risultati dell'impiego della camera di reazione secondo la presente invenzione sono i seguenti:

- 1) sparisce la criticità dei singoli pezzi, per cui, cambiando campane, cappelli e tubi, la prestazione non ne risente;
- 2) migliora l'uniformità di spessore da fetta a fetta nell'ambito della  
25 medesima infornata;

3) si ottiene una forma "tipica" di distribuzione di spessore di accrescimento all'interno di ogni fetta.

In particolare, i risultati 3 e 1 hanno consentito di concentrare gli sforzi nell'unica direzione della variazioni di spessore di accrescimento all'interno di ogni fetta. Infatti la distribuzione di spessore all'interno di ogni fetta si presenta nella forma seguente:

Per suscettore ospitante fette da 125 mm (5"), avente tre gironi da otto fette ciascuno:

Nel primo girone le fette presentano lo strato di accrescimento maggiore sui lati destro e sinistro e più sottile al centro.

Nel secondo girone le fette presentano lo strato di accrescimento leggermente maggiore sui lati destro e sinistro con spessore solo leggermente più sottile al centro.

Nel terzo girone le fette presentano lo strato di accrescimento completamente uniforme.

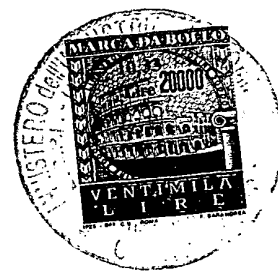
Per suscettore ospitante fette da 150 mm (6"), avente due gironi da sette fette ciascuno:

Nel primo girone le fette presentano lo strato di accrescimento maggiore sui lati destro e sinistro e più sottile al centro.

Nel secondo girone le fette presentano lo strato di accrescimento completamente uniforme.

Lo sforzo qui da compiere è quello di rendere le distribuzioni di spessore di accrescimento dei singoli gironi il più possibile uguali tra di loro.

Si sa che nel reattore "barrel" il suscettore 24 ha forma di tronco di



piramide a base poligonale regolare, mentre la campana 14 ha forma circolare. Come conseguenza, il canale di passaggio dei gas tra suscettore 24 e campana 14 ha una sezione variabile in senso orizzontale con sezione maggiore al centro della fetta (vedere la presente figura 2). Per di più, il medesimo canale di passaggio ha sezione variabile anche in direzione verticale perché la parete di campana 14 è perfettamente verticale, mentre le pareti laterali del suscettore 24 sono inclinate di alcuni gradi (tipicamente 3°) rispetto ad un asse verticale comune alla campana ed al suscettore. Questa inclinazione comporta un aumento di velocità di scorrimento dei gas mentre ci si avvicina alla base del suscettore e della campana che è necessario per compensare il progressivo impoverimento di silicio nella miscela di idrogeno e composti di silicio che avviene mentre il gas scende lungo il suscettore. Come già spiegato nel brevetto italiano No. 1.231.547, e nella corrispondente domanda pubblicata di brevetto europeo No. 0.415.191, a sezione minore corrisponde, entro certi limiti, maggiore velocità di scorrimento dei gas e quindi maggiore velocità di deposito di silicio. Però la situazione è resa più complessa dall'interazione tra gli strati limite attorno al suscettore ed alla campana, dove l'interazione dipende dalle rispettive temperature (si ricordi che il suscettore 24 è riscaldato dalle correnti indotte dalla bobina 16, mentre la campana è raffreddata dalle correnti d'aria 22) e dalla distanza tra suscettore e parete interna di campana. Per questo nel primo girone del suscettore per fette da 150 mm (6") e nel primo e secondo girone per fette da 125 mm (5") la distanza tra gli strati limite, e quindi la sezione di passaggio, è tale da produrre un movimento dei gas più veloce ai lati della fetta che al centro. Al contrario,



nel girone inferiore la distanza tra gli strati limite, e quindi la sezione di passaggio, è tale da produrre un movimento dei gas con velocità uniforme sia ai lati, sia al centro della fetta. Il problema è stato risolto dai provvedimenti descritti e rivendicati nel sopra citato brevetto italiano No.

5 1.231.547, e nella corrispondente domanda pubblicata di brevetto europeo No. 0.415.191, le cui descrizioni si considerano qui incorporate per riferimento. Secondo tale soluzione, si sono impegnati, in corrispondenza degli spigoli del suscettore, dei setti divisori per modificare gli strati limite dei gironi superiori senza modificare lo strato limite del girone inferiore.

10 Purtroppo, come già detto nel preambolo della presente descrizione, il provvedimento di questa tecnica anteriore, se era sufficiente ad assicurare una distribuzione di velocità di efflusso dei gas abbastanza uniforme, allontanando tra di loro gli strati limite, aveva dato buoni risultati fintanto che non si cambiavano componenti estranei al suscettore, come la campana,

15 il cappello ed il distributore di gas a coppia di dischi paralleli sovrapposti. I risultati potevano variare appena cambiava uno di questi componenti per cui si ritenne quell'invenzione di difficile applicazione pratica. Solo al presente, la scoperta dell'influenza dell'altezza della spalla 42 della campana 14 rispetto al piatto 40 e la modifica del distributore 54, fatto

20 come qui particolarmente illustrato nelle figure 3 e 4, ha consentito di eliminare gli inconvenienti che comparivano nella citata tecnica anteriore, rendendo pienamente utilizzabile la sopraddezza invenzione.

Come qui sopra detto, la presente invenzione ha reso possibile la piena utilizzazione dell'invenzione descritta nel brevetto italiano No.

25 1.231.547 con, in aggiunta, il pregio di aver impiegato setti divisori 122a-g



di dimensioni ridotte e posticci, cioè semplicemente applicati in cave di spigolo presenti nel suscettore 24 ma non ricavate dal suscettore pieno 24.

La riduzione di dimensioni dei setti 122a-g ha avuto effetti positivi anche sul controllo della resistività dello strato epitassiale, perché essendo questi

5 setti effettivamente dei dissipatori di calore, avrebbero potuto influenzare la prestazione come uniformità di resistività, un parametro sensibile alla

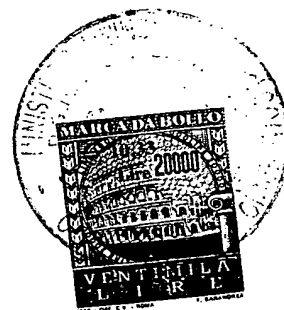
temperatura, in particolare nei punti delle fette adiacenti ai setti. In realtà con questi setti 122a-g così ridotti non si verifica alcun peggioramento di uniformità di resistività, mentre il miglioramento di uniformità di spessore

10 in senso verticale, cioè tra i gironi, consente di adottare con successo un profilo di temperatura sul suscettore tale da ottimizzare questa uniformità, impiegando, per esempio, regolazioni mediante induttori secondari, come indicato nel brevetto italiano No. 1.215.444 e nel corrispondente brevetto europeo No. 0. 293.021.

15 Quanto è stato qui sopra esposto ha descritto un particolare esempio di realizzazione dell'invenzione da non considerarsi assolutamente in senso limitativo, potendo agli esperti in questa tecnica venire in mente molte soluzioni simili ed equivalenti da ritenersi tutte qui protette, come definito dalle allegate rivendicazioni.

## RIVENDICAZIONI

1. Perfezionata camera di reazione per reattore epitassiale comprendente una campana (14) di materiale isolante e trasparente, come quarzo, un suscettore (24) munito di cave discoidali (34a-n) per ospitare fette (36a-n)
- 5 di materiale da trattare, sormontato da un piatto (40) isolante e chimicamente resistente caratterizzata dal fatto di impiegare:
- un diffusore (54) formato da un cappello (52), alimentato da un duomo centrale (88), collegato ad una camera anulare simmetrica (104) di distribuzione portante una pluralità di tubi (106a-f), di uguale lunghezza;
- 10 che collegano la detta camera anulare (104) del cappello con una zona di cupola (42, 44) della campana appena al di sotto di un collo (46) collegante una flangia superiore (48) alla cupola (42, 44), dove i tubi (106a-f) di detta pluralità realizzano una distribuzione uniforme di flusso a velocità più bassa;
- 15 una zona cilindrica della campana (14) prolungata al disopra del piatto (40) appoggiato sopra al suscettore in modo da togliere ogni dipendenza tra piatto (40) e raggio di curvatura di spalla (42);
- un diametro interno minimo della campana (14) in modo da tenere la campana (14) ad una distanza dal suscettore (24) che consenta di ottenere
- 20 uniformità di strato di accrescimento nel girone inferiore del suscettore; e sugli spigoli del suscettore (24), nella sua zona superiore, dei setti sporgenti (122a-g) inseriti in cave praticate nel corpo del medesimo suscettore (24), detti setti (122a-g) essendo di lunghezza pari a circa metà degli spigoli del suscettore (24).
- 25 2. Camera di reazione per reattore epitassiale, come alla rivendicazione 1,



caratterizzata dal fatto che il cappello (52) del diffusore (54) è fissato ad una flangia anulare (56) a sua volta fissata alla flangia superiore di ispessimento (48) della campana (14) mediante una coppia di due mezze controflange (82a, 82b) serranti la flangia anulare (56) contro la flangia superiore (48) della campana (14).

3. Camera di reazione per reattore epitassiale, come alla rivendicazione 2, caratterizzata dal fatto che il fissaggio del cappello (52) del diffusore (54) alla flangia anulare (56) è realizzato da una pluralità di tiranti a molla (58a-c) che spingono in modo elastico il cappello (52) contro la flangia anulare (56).

4. Camera di reazione per reattore epitassiale, come alle rivendicazioni 2 e 3, caratterizzata dal fatto che il cappello (52) è chiuso superiormente da una flangia (86) terminata da un duomo (88) in comunicazione con un manicotto (96) di collegamento ad una sorgente esterna di gas da impiegare nella medesima camera di reazione il quale duomo è munito di un fondo (100) definente almeno una fenditura circolare per assicurare una distribuzione rigorosamente uniforme di gas ad una camera anulare (104) di alimentazione della pluralità di tubi (106a-f) di uscita dal distributore (54) all'interno della campana (14).

5. Camera di reazione per reattore epitassiale, come alla rivendicazione 4, caratterizzata dal fatto che, oltre alla fenditura del fondo (100) un'ulteriore fenditura anulare (102) contribuisce ad assicurare la distribuzione uniforme di gas alla camera anulare (104) di alimentazione dei tubi di uscita (106a-f).

6. Camera di reazione per reattore epitassiale, come alle rivendicazioni 4 e 5, caratterizzata dal fatto che il cappello (52) del distributore (54)

comprende una camera interna (114) per lo scorrimento di un fluido di raffreddamento.

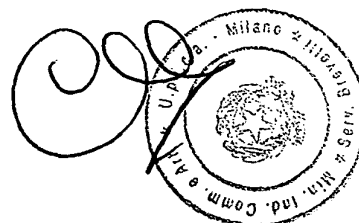
7. Camera di reazione per reattore epitassiale, come alle rivendicazioni 4, 5 e 6, caratterizzata dal fatto che i tubi di uscita (106a-f) sono fatti di materiale chimicamente inerte rispetto al gas impiegato nella campana.
8. Camera di reazione per reattore epitassiale, come alla rivendicazione 7, caratterizzata dal fatto che i tubi di uscita (106a-f) sono fatti di ceramica.
9. Camera di reazione per reattore epitassiale, come alla rivendicazione 7, caratterizzata dal fatto che i tubi di uscita (106a-f) sono fatti di quarzo.
10. Camera di reazione per reattore epitassiale, come alle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che i setti (122a-f) fissati al susettore (24) sono fatti di materiale chimicamente inerte ai gas impiegati nella medesima camera.
11. Camera di reazione per reattore epitassiale, come alla rivendicazione 10, caratterizzata dal fatto che i setti (122a-f) fissati al susettore (24) sono fatti di ceramica.
12. Camera di reazione per reattore epitassiale, come alla rivendicazione 10, caratterizzata dal fatto che i setti (122a-f) fissati al susettore (24) sono fatti di quarzo.
13. Camera di reazione per reattore epitassiale, come alla rivendicazione 10, caratterizzata dal fatto che i setti (122a-f) fissati al susettore (24) sono fatti di grafite rivestita di carburo di silicio.

p. Il Mandatario

Dott. Giuliano Michelotti

della DRAGOTTI & ASSOCIATI SRL (Iscr. Albo No. 172)

GM/pg



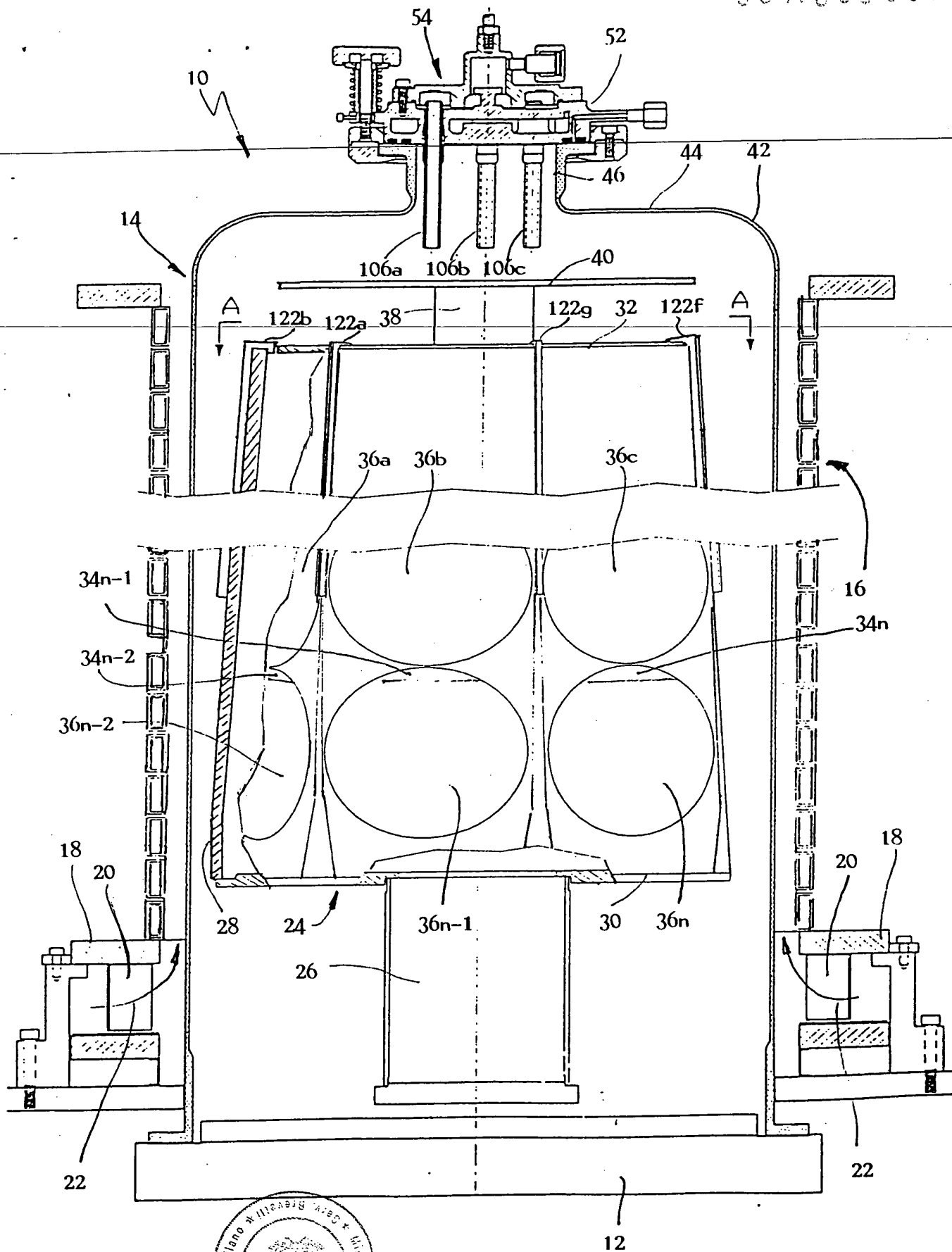
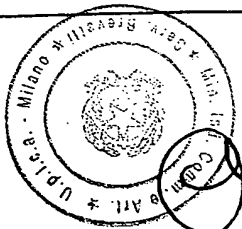


FIG. 1



*Giuliano Michelotti*  
Dott. Giuliano Michelotti

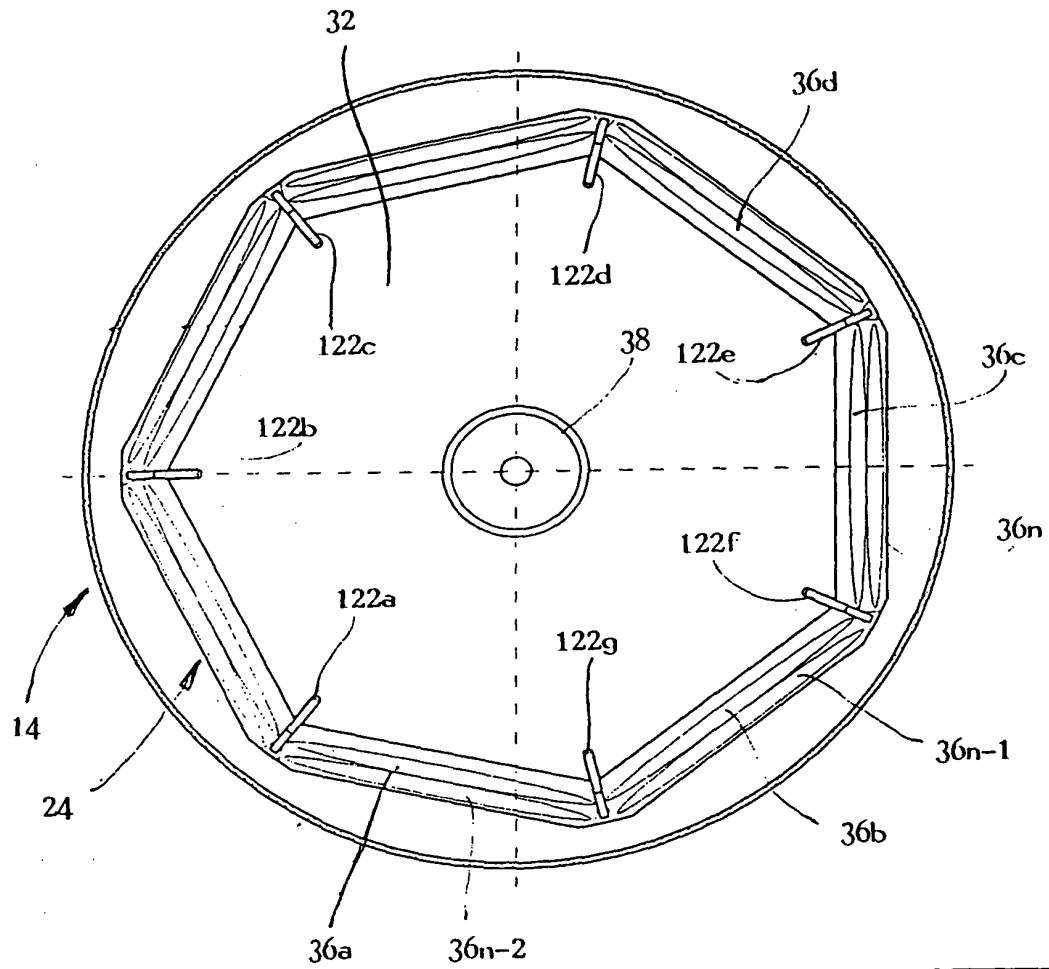
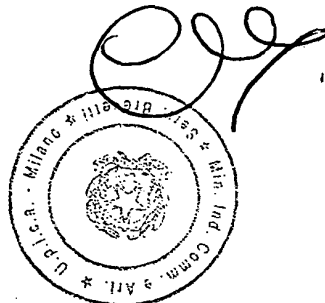


FIG. 2



1. *gratias agere* <sup>2. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>3. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>4. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>5. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>6. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>7. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>8. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>9. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>10. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>11. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>12. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>13. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>14. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>15. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>16. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>17. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>18. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>19. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>20. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>21. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>22. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>23. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>24. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>25. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>26. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>27. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>28. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>29. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>30. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>31. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>32. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>33. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>34. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>35. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>36. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>37. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>38. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>39. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>40. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>41. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>42. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>43. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>44. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>45. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>46. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>47. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>48. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>49. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>50. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>51. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>52. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>53. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>54. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>55. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>56. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>57. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>58. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>59. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>60. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>61. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>62. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>63. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>64. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>65. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>66. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>67. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>68. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>69. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>70. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>71. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>72. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>73. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>74. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>75. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>76. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>77. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>78. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>79. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>80. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>81. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>82. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>83. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>84. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>85. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>86. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>87. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>88. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>89. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>90. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>91. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>92. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>93. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>94. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>95. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>96. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>97. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>98. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>99. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>100. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>101. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>102. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>103. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>104. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>105. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>106. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>107. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>108. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>109. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>110. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>111. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>112. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>113. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>114. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>115. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>116. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>117. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>118. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>119. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>120. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>121. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>122. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>123. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>124. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>125. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>126. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>127. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>128. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>129. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>130. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>131. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>132. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>133. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>134. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>135. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>136. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>137. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>138. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>139. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>140. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>141. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>142. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>143. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>144. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>145. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>146. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>147. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>148. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>149. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>150. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>151. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>152. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>153. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>154. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>155. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>156. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>157. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>158. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>159. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>160. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>161. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>162. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>163. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>164. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>165. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>166. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>167. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>168. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>169. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>170. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>171. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>172. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>173. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>174. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>175. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>176. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>177. G. H. Mendel</sup> *et* <sup>178. G. H. Mendel</sup> *alibi* <sup>179. G. H. Mendel</sup> *et*

3/4

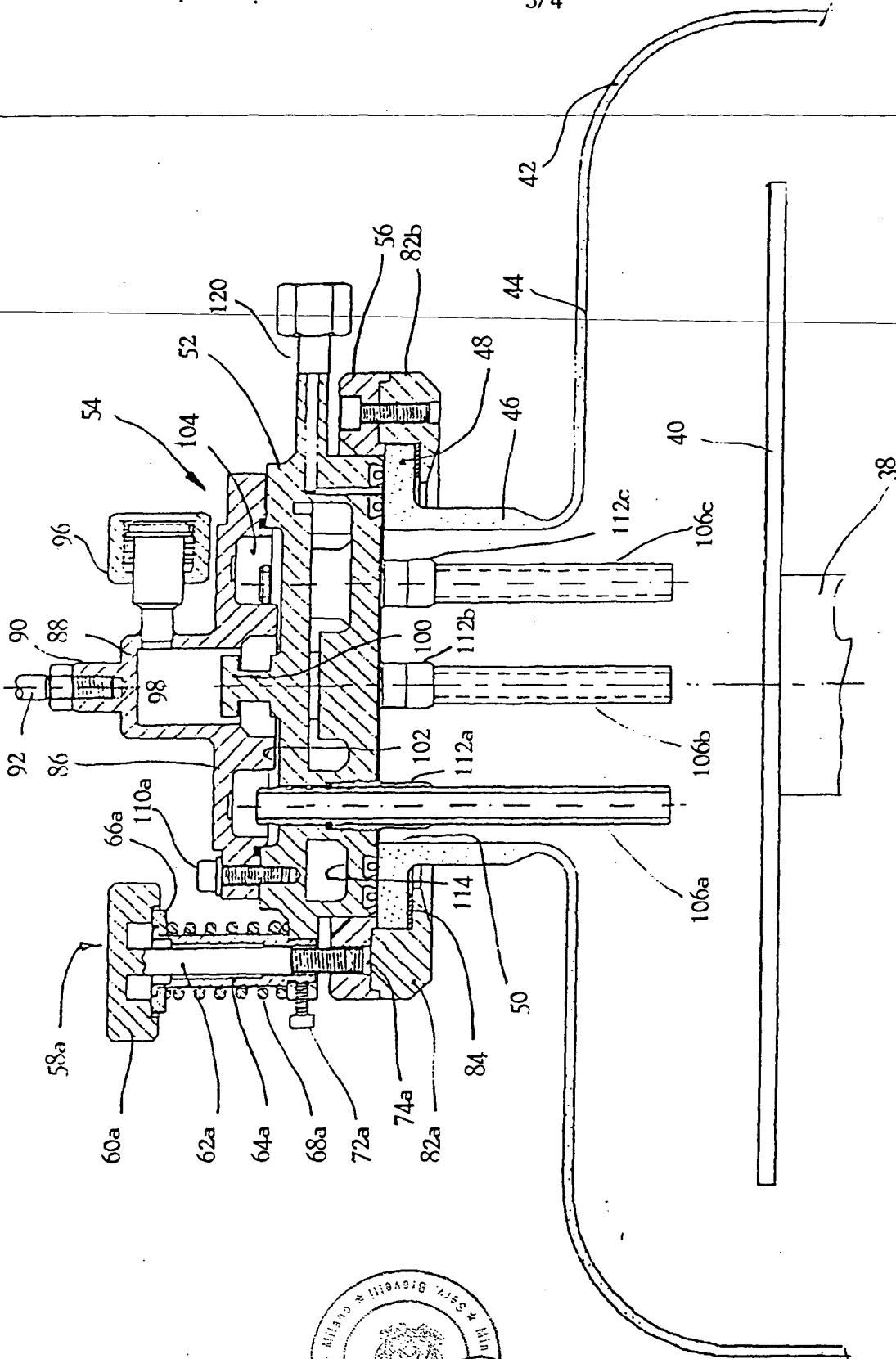
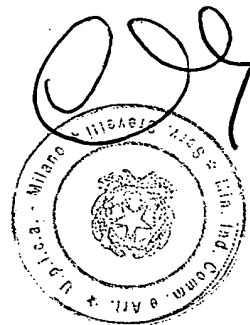
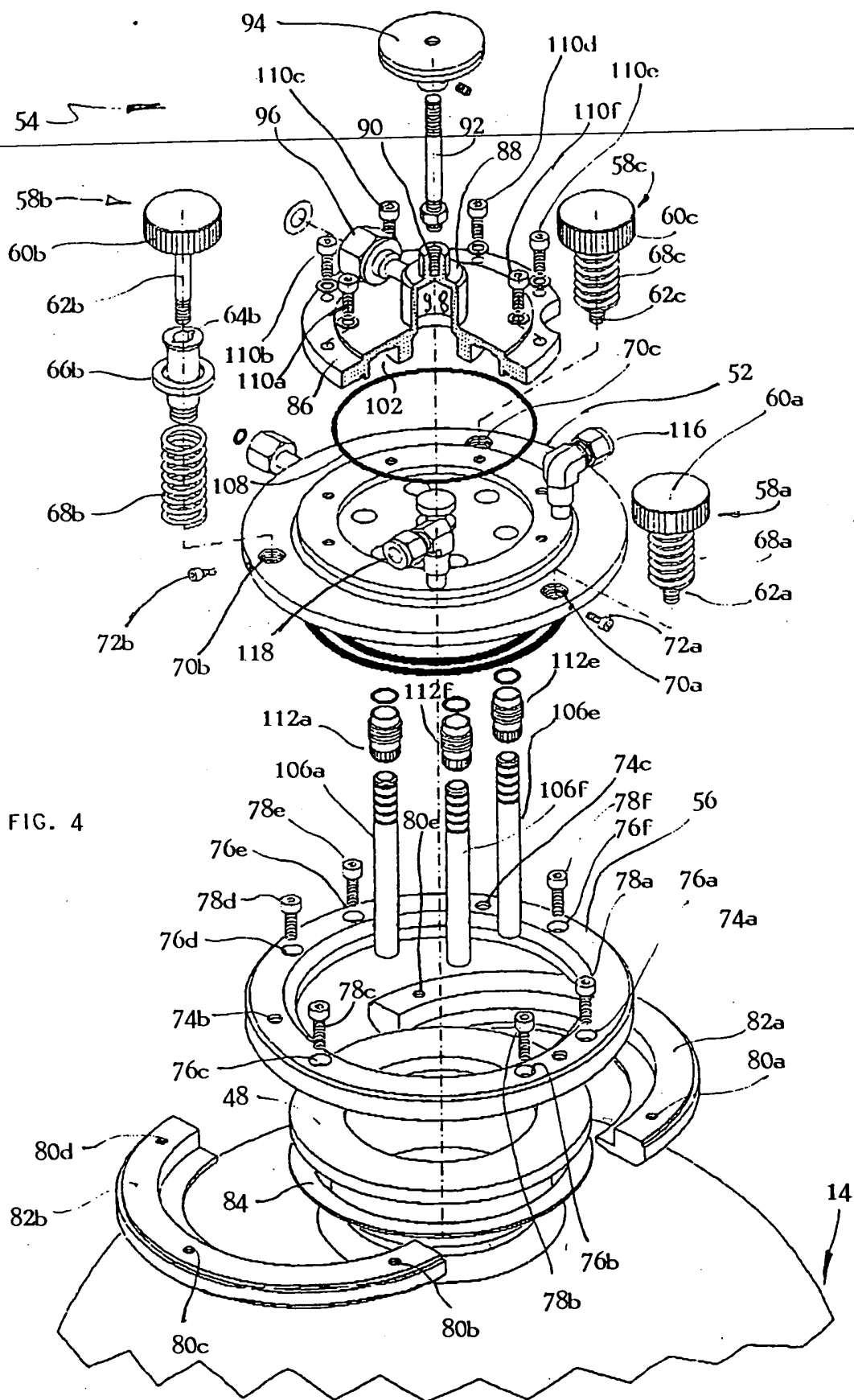


FIG. 3

*Giuseppe Bichler*  
Dott. Ingegner





*Giulio Michelotti*  
 Dott. Giulio Michelotti

---